

УДК 628.153 : 628.17

О.М.ХРЕНОВ, О.В.РОМАШКО, М.В.ФЕДОРОВ,

Я.О.СЕРИКОВ, кандидати техн. наук

*Харківська національна академія міського господарства*

# **ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ТА БЕЗПЕКИ ВОДОГІННИХ МЕРЕЖ ВПРОВАДЖЕННЯМ СИСТЕМИ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РЕАЛЬНИХ РЕЖИМІВ**

Описується вирішення задачі підвищення ресурсу систем водопостачання на основі диспетчерського керування її режимами. Задача вирішується на основі математичного моделювання реально існуючих режимів. Розроблений підхід дозволяє моделювати режими роботи водогінних мереж адекватні реально існуючим і розраховувати зміни цих режимів при зміні структури мережі і складу її технологічного обладнання.

Забезпечення раціонального використання та потрібної якості використовуваних водних ресурсів міста в сучасний період часу є актуальною проблемою, що включає в себе як технічні, так і економічні аспекти. Це безпосередньо пов'язано з режимами функціонування водогінної мережі, які повинні забезпечувати необхідну швидкість переміщення води в системі при допустимих напорах. Існуючі та реалізовані на даний час підходи до вирішення цієї проблеми базуються, як правило, на розробці математичних моделей, що використовують проектні режими системи водопостачання. Такий варіант створення системи диспетчерського керування режимами водогінної мережі характеризується значними похибками, оскільки не враховує і не відбиває реальних особливостей потокорозподілення води в системі водопостачання.

Ефективне керування режимами системами подачі й розподілення води в реальному масштабі часу можливе тільки на основі математичних моделей, що адекватно описують реальні гідравлічні режими функціонування системи водопостачання в динамічному режимі [1]. Реалізацію даного завдання для використання в службі диспетчерського керування системою водопостачання міста пропонується здійснювати на основі використання графоаналітичної системи диспетчерського моніторингу й керування [2, 3]. Розроблений принцип створення математичної моделі полягає в моделюванні гідравлічних режимів системи водопостачання з використанням даних про параметри й структуру водогінної мережі й насосних станцій, стані засувки, а також реальних навантажувальних характеристик насосних агрегатів. Результати моделювання відображаються у вигляді технологічної схеми мережі й насосних станцій, на яких вказані стан агрегатів і засувки. На схемі колір кожної ділянки мережі залежить від швидкості води, а вільні напори виводяться в зазначених точках.

У розробленій автоматизованій системі передбачена також можливість одержання більш докладної інформації про режим роботи будь-яких ділянок змодельованої водогінної мережі, внутрішньої мережі насосної станції або насосного агрегату. Ця інформація може бути виведена на екран дисплея по запиту оператора у відповідному інформаційному вікні або представлена у вигляді таблиць, якщо це стосується всієї водогінної мережі або насосної станції.

У структурі розробленої автоматизованої системи керування забезпечена можливість оперативного корегування структури й параметрів водогінної мережі, внутрішньої мережі насосної станції, навантажувальних характеристик насосних агрегатів, стану засувки відповідно до їх реально існуючого положення. Це дає можливість моделювати зміни режимів функціонування системи подачі та розподілу води (СПРВ) при зміні структури і параметрів водогінної мережі, внутрішньої мережі насосної станції, складу включених насосних агрегатів, їхніх навантажувальних характеристик, стану засувки. Реалізація такої функції дає змогу через процедуру моделювання забезпечити ефективні режими функціонування водогінної мережі, наприклад, при планових ремонтах, заміні технологічного обладнання, аваріях і т.п.

Застосування графоаналітичної системи диспетчерського моніторингу й керування дозволяє вирішувати наступні завдання:

- розраховувати швидкість і величину потоку води на кожній ділянці водогінної мережі;
- визначати вільний напір у зазначених вузлах мережі;
- визначати необхідні режимні параметри насосних агрегатів;
- розраховувати реакцію мережі на включення / відключення агрегатів насосних станцій;
- розраховувати реакцію мережі на включення / відключення ділянок мережі;
- моделювати в цілому потік розподілення водогінної мережі й видавати повідомлення диспетчерові про ті параметри роботи системи, які не відповідають необхідним (нормативним) значенням.

Для розробки описаної автоматизованої системи у вигляді програмного забезпечення необхідні такі вихідні дані: структура (топологія) мережі; параметри ділянок (довжина, діаметр, матеріал); геодезичні оцінки початку й кінця кожної ділянки; вільні напори й витрати води на виходах насосних станцій; склад устаткування насосних станцій.

Настроювання графоаналітичної системи на конкретну СПРВ вимагає виконання наступних основних етапів робіт:

- побудова розрахункової схеми СПРВ і її кодування;

- проведення натурних експериментів і побудова математичної моделі функціонування СПРВ. Визначення реальних напірних характеристик насосних агрегатів;
- формування баз даних для візуалізації графічних форм топологічної структури й відображення режиму функціонування СПРВ;
- побудова математичної моделі для розрахунку режиму роботи СПРВ при зміні складу працюючих агрегатів на насосній станції або структури мережі;
- розробка інтерфейсу для моделювання режиму функціонування СПРВ при зміні складу працюючих агрегатів, їх параметрів, а також структури й параметрів водогінної мережі.

Для настройки математичної моделі з метою адекватного відображення режимів модельованої системи водопостачання необхідно провести вимірювання швидкості й витрат води на деяких ділянках мережі й вільних напорів в окремих вузлах.

Графоаналітична система диспетчерського моніторингу й керування режимами функціонування водогінних мереж впроваджена для СПРВ Лівобережної частини м. Києва. Ефективність системи моделювання неодноразово тестувалась службою гідравліки Київводоканала. Результати тестування представлені в таблиці.

Відомість добового виміру швидкостей і витрат на водогінній мережі  
лівого берега м. Києва

№ п/п	Адреса точок вимірів	Час	Витрата, м <sup>3</sup> /с	Швидкість, м/с
1	2	3	4	5
51	Малишко, 25 (d = 400)	12 : 06 12 : 00	0.069 0.070	0.53 0.55
2	Пр. Возз'єднання, 8 (d = 200)	12 : 30 12 : 34	-0.001 -0.005	0.00 0.007
3	Привокзальна, 14 (d = 500)	13 : 34 13 : 29	0.013 0.002	0.06 0.01
4	Славгородська, 2 (d = 1200)	14 : 38 14 : 42	0.16 0.002	0.14 0.003
5	Ревуцького, 27 (d = 500)	15 : 05 15 : 00	0.088 0.077	0.42 0.394
1 <sub>а</sub>	Малишко, 25 (d = 400)	04 : 59 05 : 00	0.037 0.041	0.28 0.33
2 <sub>а</sub>	Пр. Возз'єднання, 8 (d = 200)	04 : 34 04 : 30	-0.008 -0.003	0.04 0.036
3 <sub>а</sub>	Привокзальна, 14 (d = 500)	04 : 23 04 : 19	0.012 0.000	0.06 0.00
4 <sub>а</sub>	Славгородська, 2 (d = 1200)	04 : 12 04 : 00	0.10 0.013	0.09 0.01

Продовження таблиці

1	2	3	4	5
5 <sub>a</sub>	Ревуцького, 27 (d = 500)	03 : 43 03 : 50	0.072 0.047	0.35 0.24
1 <sub>6</sub>	Малишко, 25 (d = 400)	06 : 31 06 : 36	0.034 0.053	0.26 0.42
2 <sub>6</sub>	Пр. Возз'єднання, 8 (d = 200)	06 : 05 06 : 00	-0.001 -0.004	0.0 0.005
3 <sub>6</sub>	Привокзальна, 14 (d = 500)	06 : 57 07 : 00	0.007 0.002	0.03 0.01
4 <sub>6</sub>	Славгородська, 2 (d = 1200)	07 : 24 07 : 20	0.19 0.00	0.17 0.00
5 <sub>6</sub>	Ревуцького, 27 (d = 500)	07 : 55 08 : 00	0.107 0.107	0.51 0.55

**Примітка:** У таблиці верхній ряд значень, розташованих у стовпцях: час, витрата, швидкість, відповідає вимірам, виконаних приладом UFP-1000 службою гідравліки Київ-вводоканала. Нижній ряд – значення тих же параметрів, одержаних за результатами моделювання.

Застосування розробленої графоаналітичної системи в процесі керування СПРВ дозволяє диспетчерові оперативно визначати необхідні технологічно- й економічно ефективні режими функціонування насосних станцій за рахунок вибору раціональних схем включення агрегатів і вираховування та корегування структури мережі. Економічний ефект досягається в результаті підвищення надійності експлуатації водогінної мережі, збільшення часу її міжремонтного періоду, зниження енерговитрат, забезпечення потрібної якості подаваної води.

1.Евдокимов А.Г., Петросов А.А. Информационно-аналитические системы управления инженерными сетями жизнеобеспечения населения. – Харьков: ХТУРЭ,1998. – 412 с.

2.Программа графического отображения режима функционирования систем подачи и распределения воды / П.И.Петимко, Н.Ф.Царик, В.С.Корлюга, А.И.Коломиец, Н.В.Федоров, А.М.Хренов. Государственное агентство Украины по авторским правам. Номер гос. регистрации ПА № 339, 18.12.1996 г.

3.Карта режима функционирования систем подачи и распределения воды / П.И.Петимко, Н.Ф.Царик, В.С.Корлюга, А.И.Коломиец, Н.В.Федоров, А.М.Хренов. Государственное агентство Украины по авторским правам. Номер гос. регистрации ПА № 465, 03.04.1997 г.

*Отримано 04.09.2008*